

PERANCANGAN PROTOTIPE KONVERTER DC KE DC PENAIK TEGANGAN DENGAN VARIABEL TEGANGAN PADA SISI OUTPUT

Muclas Ade Putra

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

Email: moecclasadeputra@gmail.com

Abstrak- Today, the development of technology continues to increase, it is seen more and more electronic equipment used in everyday use, one of them in the use of the converter system. 1 phase DC output voltage that depends on the input voltage supplied to the power amplifier so that the output voltage regulation can be a maximum of a way to make a system that can change the input voltage to the DC voltage level remains a DC voltage having a voltage level that can be changed change, in other words the variable voltage or voltage can be adjusted up and down by using pot. To that end, it is necessary to design a circuit called a DC to DC Converter. The magnitude of the output voltage setting is done by

components that are controlled by the PWM method (Pulse Width Modulation). The use of PWM signal for this circuit is a circuit that works by cutting up(chopped) a fixed DC voltage levels had become high - frequency pulse train box by using a capacitor as a filter to produce a very smooth ripples and using toroidal transformers as voltage penaiK . This study aims to design a DC to DC converter as a push-pull power converter with input voltage of 12 volts DC, and the minimum output voltage range of 14 volts and a maximum voltage of 126 volts.

Keywords: DC to DC converters, PWM, push-pull

1. Pendahuluan

Dewasa ini, alat yang berhubungan dengan elektronika daya sangat diperlukan terutama pada sebuah industri yang dapat membantu proses produksi. Salah satu alat tersebut adalah konverter DC ke DC, yang mana konverter ini sangat memiliki banyak fungsi di dalam dunia industri yaitu digunakan untuk mengatur kecepatan motor arus searah (DC), kontrol motor traksi pada automobil listrik, mobil trolley, kapal pengangkut, modul surya, turbin angin dan lain sebagainya. Konverter DC ke DC adalah sebuah piranti yang mengubah tegangan sumber arus searah (DC) yang tetap menjadi tegangan DC variabel yang dapat divariasikan dengan menempatkan saklar berkecepatan tinggi antara sumber dan beban.

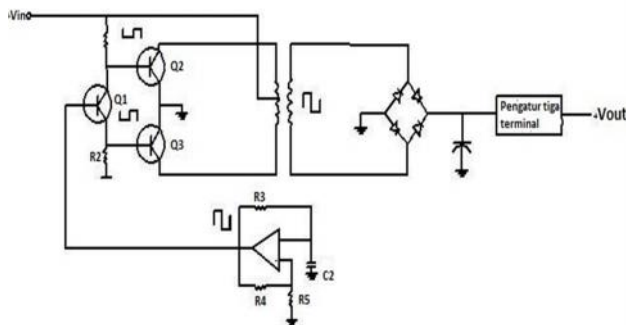
2. Teori Dasar

Konverter DC ke DC adalah sebuah rangkaian penyaluran elektronik yang dapat membuat sumber tegangan searah menjadi tegangan searah dengan besar tegangan dan frekuensi yang dapat diatur. Pengaturan tegangan dapat dilakukan di luar konverter atau di dalam konverter. Pengaturan tegangan di luar konverter dilakukan dengan mengatur variasi tegangan searah masukan konverter. Pengaturan tegangan di dalam konverter dikenal sebagai Modulasi Lebar Pulsa (*Pulse Width Modulation, PWM*).

Konverter DC ke DC merupakan saklar statis yang dipergunakan untuk mendapatkan tegangan yang variable dari sumber tegangan searah yang

konstan. Jadi konverter DC ke DC berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengubah tegangan searah yang rendah menjadi tegangan searah yang tinggi dan dapat dibuat variable. Konverter DC ke DC adalah sebuah rangkaian penyaluran elektronik yang dapat membuat sumber tegangan searah menjadi tegangan searah dengan besar tegangan dan frekuensi yang dapat diatur. Pengaturan tegangan dapat dilakukan di luar konverter atau di dalam konverter. Pengaturan tegangan di luar konverter dilakukan dengan mengatur variasi tegangan searah masukan konverter. Pengaturan tegangan di dalam konverter dikenal sebagai PWM. Pada dasarnya konverter DC ke DC yang akan dirancang adalah mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC kemudian menyearahkan tegangan AC tersebut menjadi tegangan DC dengan level tegangan yang lebih tinggi.

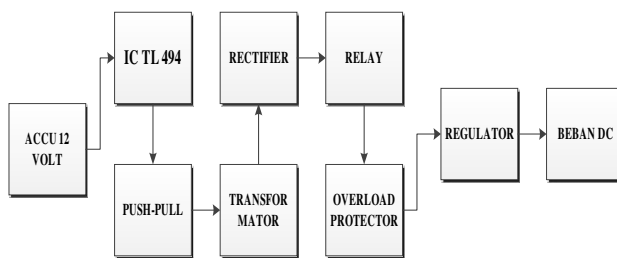
Dalam hal ini rangkaian konverter DC ke DC yang akan dibuat yaitu mengubah tegangan DC 12 volt menjadi tegangan AC 126 volt dengan bentuk gelombang persegi kemudian menyearahkan tegangan AC gelombang persegi menjadi tegangan DC 126 volt menggunakan dioda bridge dan kapasitor.



Gambar 2.1 Rangkaian Dasar Konverter DC ke DC

3. Perancangan Sistem.

Konverter DC ke DC ini didesain sesederhana mungkin dan dikemas dalam satu kotak sehingga memudahkan dalam pemakaiannya. Input dan output dari masing-masing blok dihubungkan melalui terminal dan juga dengan kabel penghubung sesuai dengan kebutuhan. Diagram blok perancangan sistem step up konverter DC ke DC dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem Step Up Konverter DC ke DC

Dari adanya sistem tersebut, maka dapatlah dibuat acuan sebagai dasar untuk merancang konverter DC ke DC ini. Dasar perencanaan dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya yaitu:

1. Accu
2. PWM IC TL 494
3. Push-Pull
4. Transformator Toroida
5. Rectifier
6. Relay
7. Overload Protector
8. Regulator

4. Pengujian Dan Pembahasan Sistem

Untuk mengetahui unjuk kerja dan mendapatkan hasil perancangan yang maksimal, maka alat yang telah dirancang perlu diuji dan dianalisis. Pengujian peralatan dilakukan di Laboratorium Teknik Kendali Digital dan Komputasi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Dari pengujian yang dilakukan akan didapatkan data yang kemudian

dianalisis untuk menentukan kelayakan alat yang dirancang.

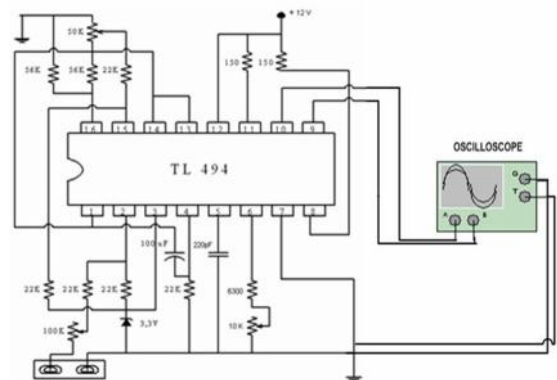
Adapun proses pengujian antara lain :

1. Pengujian rangkaian IC TL 494.
2. Pengujian rangkaian push-pull.
3. Pengujian transformator
4. Pengujian rangkaian rectifier
5. Pengujian rangkaian overload protector
6. Pengujian regulator
7. Pengujian keseluruhan
8. Pengukuran tegangan output tanpa filter
9. Pengukuran tegangan output menggunakan filter

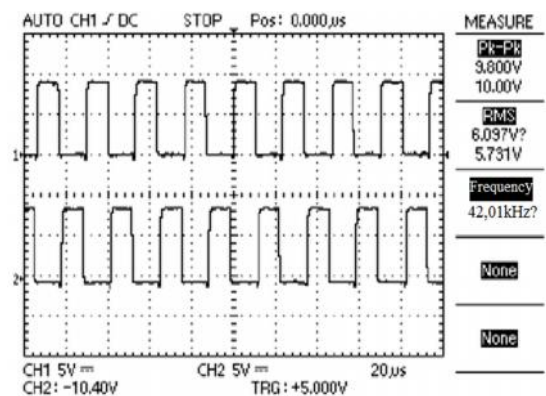
4.1. Pengujian Rangkaian IC TL 494

Pengujian rangkaian IC TL 494 ini bertujuan untuk membangkitkan lebar pulsa serta digunakan untuk mengatur besarnya tegangan keluaran yang dihasilkan oleh penyearah terkendali. Pengujian rangkaian IC TL 494 ini juga bekerja atas dasar teknik PWM yang dapat dibangkitkan dengan cara membandingkan tegangan kontrol yang berupa tegangan DC dengan tegangan gelombang segitiga pada sebuah komparator yang kemudian berfungsi untuk mendapatkan keluaran tegangan kotak.

Pengujian terhadap hasil pengukuran output oscilator pada IC TL 494 kaki 9 dan kaki 10 dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rangkaian pengujian osilator IC 9 dan IC 10

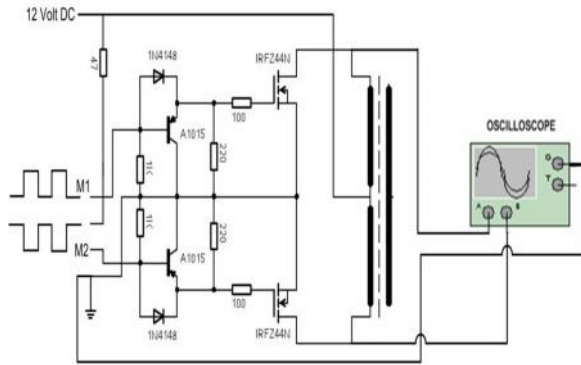


Gambar 4.2 Hasil pengujian osilator IC 9 dan IC 10

4.2. Pengujian rangkaian push-pull

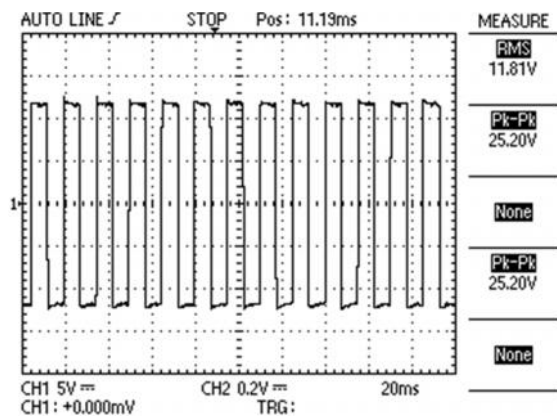
Pengujian rangkaian push-pull ini bertujuan untuk mengatur arus input yang berbentuk pulsa yang bersumber dari rangkaian PWM IC TL 494 serta mengetahui berapa besarnya tegangan serta arus yang diperoleh dan kemudian membuktikan bentuk gelombangnya.

Rangkaian pengujian push-pull diperlihatkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rangkaian pengujian push-pull

Gambar gelombang hasil pengukuran rangkaian push-pull dapat dilihat pada gambar 4.4.

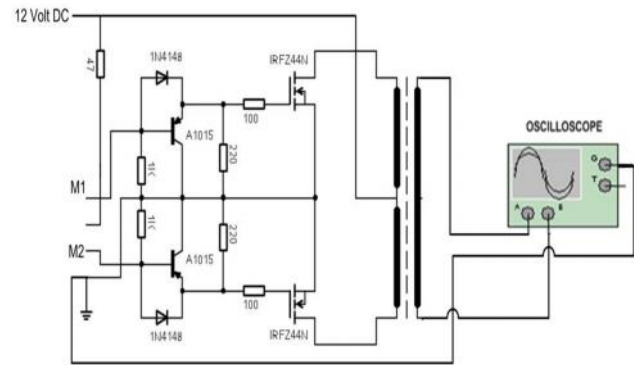


Gambar 4.4 Gelombang hasil pengujian push-pull

4.3. Pengujian Transformator

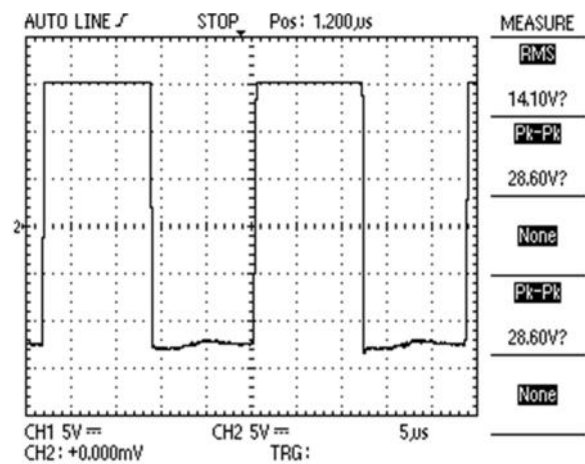
Pengujian rangkaian transformator dilakukan bertujuan untuk melihat kenaikan tegangan pada bagian primer trafo. Selain itu pengujian rangkaian trafo juga bertujuan guna melihat bentuk gelombang dan tegangan yang dihasilkan.

Rangkaian pengujian transformator diperlihatkan pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Rangkaian pengujian transformator

Gambar gelombang hasil pengujian transformator dapat dilihat pada gambar 4.6

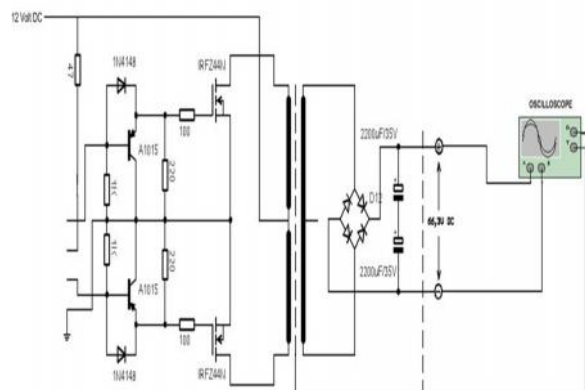


Gambar 4.6 Gelombang hasil pengujian transformator

4.4. Pengujian Rangkaian Rectifier

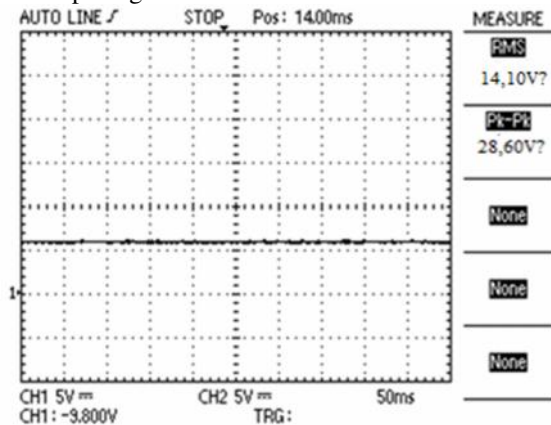
Pengujian rangkaian rectifier bertujuan untuk mengubah tegangan yang awalnya berbentuk tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah.

Rangkaian Pengujian rectifier dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pengujian rangkaian rectifier

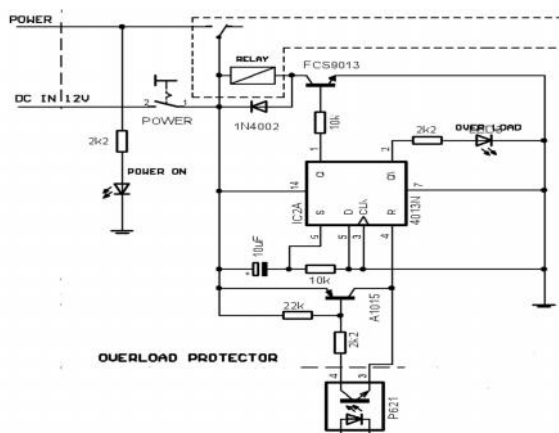
Gambar gelombang hasil pengujian rectifier dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Gelombang hasil pengujian rectifier

4.5. Pengujian Rangkaian Rele dan Overload Protector

Pengujian rangkaian rele dan overload protector ini bertujuan untuk mengamankan atau memproteksi semua komponen- komponen elektronik yang terdapat pada alat konverter DC ke DC agar tidak panas atau terbakar akibat hubung singkat yang terjadi akibat tegangan lebih dan beban lebih. Gambar rangkaian rele dan overload protector dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Rangkaian rele dan overload

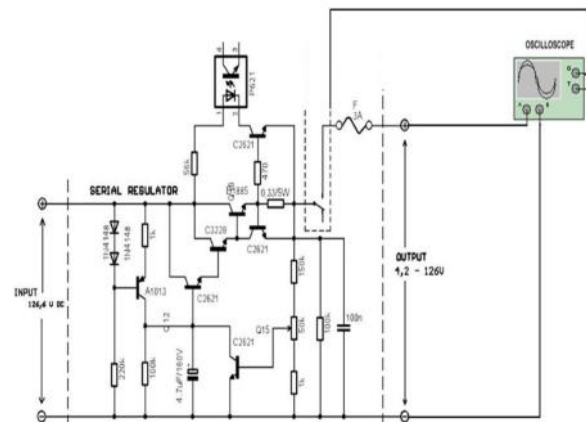
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, relay dan overload dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO. Jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC.

4.6. Pengujian Regulator

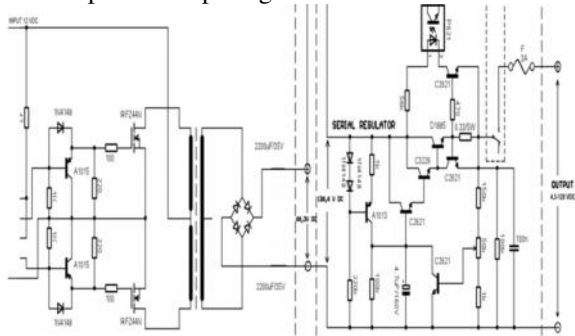
Pengujian regulator ini bertujuan untuk mengatur naik dan turunnya tegangan keluaran dari

sebuah catu daya agar efek dari naik atau turunnya tegangan jala-jala tidak mempengaruhi tegangan catu daya sehingga akan menjadi stabil.

Rangkaian regulator diperlihatkan pada gambar 4.10

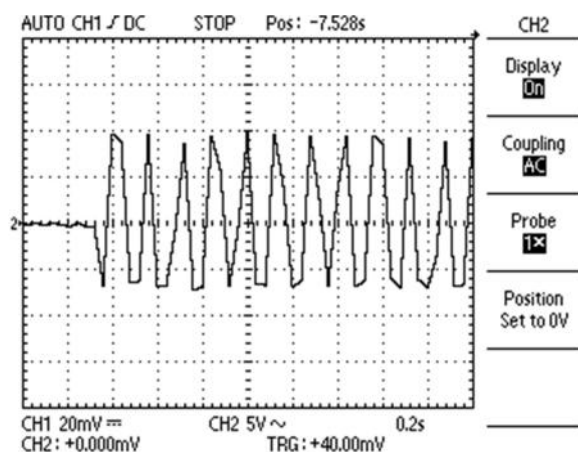


berapa besar tegangan output yang dihasilkan dari konverter DC ke DC dan menentukan karakteristik gelombang hasil keluaran tegangan. Gambar rangkaian pengukuran tegangan output sebelum menggunakan filter dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Rangkaian pengukuran tegangan output tanpa filter

Adapun gambar gelombang hasil pengujian tegangan output sebelum menggunakan filter dapat dilihat pada gambar 4.13.

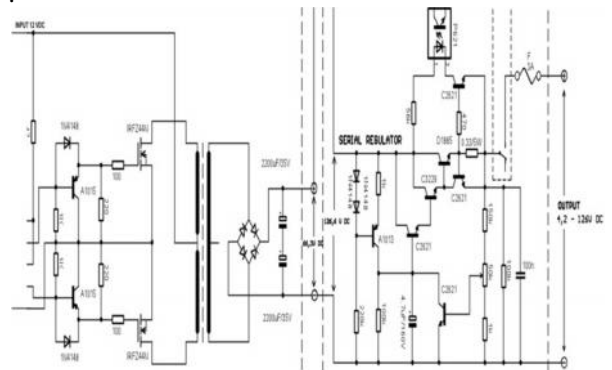


Gambar 4.13 Gelombang hasil pengujian tegangan output sebelum difilter

4.9. Pengukuran Tegangan Output Setelah Menggunakan Filter

Pengukuran tegangan output sebelum menggunakan filter ini bertujuan untuk membuktikan berapa besar tegangan yang dihasilkan dan menentukan karakteristik gelombang hasil keluaran tegangan yang dihasilkan dari konverter DC ke DC.

Adapun rangkaian pengujian dari tegangan output sebelum menggunakan filter dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Rangkaian pengukuran tegangan output dengan filter

Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan arus dan daya maksimal

R	Vin(Volt)	Vout(Volt)	Iin(Ampere)	Iout(Ampere)	Pin(Watt)	Pout(Watt)	Efesiensi (%)
1 k 5 watt	12 V	14	35	0.047	4.2	0.658	0.1566667
1 k 5 watt	12 V	30	35	0.072	4.2	2.16	0.5142857
1 k 5 watt	12 V	40	35	0.088	4.2	3.52	0.8380952
1 k 5 watt	12 V	50	35	0.092	4.2	4.6	1.0952381
1 k 5 watt	12 V	60	35	0.097	4.2	5.82	1.3857143
1 k 5 watt	12 V	70	35	0.102	4.2	7.14	1.7
1 k 5 watt	12 V	80	35	0.122	4.2	9.76	2.3238095
1 k 5 watt	12 V	90	35	0.147	4.2	13.23	3.15
1 k 5 watt	12 V	100	35	0.179	4.2	17.9	4.2619048
1 k 5 watt	12 V	126	35	0.204	4.2	25.704	6.12

Hasil pengukuran tegangan, arus, dan dayadengan menggunakan tahanan setelah menggunakan filter diperoleh tegangan minimum sebesar 14 Volt, dan tegangan output maksimal yang diperoleh sebesar 126 Volt dengan besarnya daya maksimal 25,704 watt dan efisiensi 6,12% . Hal tersebut terjadi karena setiap pengukuran menggunakan resistor yang nilai tahananannya berbeda-beda dan dengan tegangan yang berbeda-beda pula. Apabila menggunakan tahanan minimum, kemudian mengatur potensio pada kondisi tegangan maksimal, maka akan diperoleh daya yang minimum, hal ini disebabkan oleh nilai toleransi dari tahanan yang memiliki batas kemampuan hantar arus dan tegangan yang terbatas, sehingga apabila dipaksakan tahanan tersebut akan menjadi panas dan terbakar. dengandemikian, maka dapat di analisa bahwa semakin besar tahanan yang digunakan, maka semakin besar hambatan yang ada pada pengukuran.

Dari hasil pengujian dan pengukuran tegangan output setelah menggunakan filter, maka dapat dianalisa bahwa besarnya tegangan yang mengalir pada rangkaian konverter DC ke DC yang melewati dioda dan tersaring oleh kapasitor menghasilkan tegangan output yang lebih kecil bila dibandingkan dengan pengukuran tegangan output sebelum menggunakan filter, namun bentuk gelombang keluarannya menghasilkan riak yang lebih halus dan kecil. Hal tersebut terjadi karena kapasitor merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai filter atau penyaring arus dan tegangan. Dalam hal ini filter diperlukan karena rangkaian-rangkaian elektronik memerlukan sumber tegangan DC yang tetap, baik untuk keperluan sumber daya dan pembiasan yang sesuai operasi rangkaian. Filter dalam rangkaian penyearah digunakan untuk memperkecil tegangan ripple, sehingga dapat diperoleh tegangan keluaran yang lebih rata.

Dalam rangkaian konverter DC ke DC terdapat kuat arus yang mengalir dalam rangkaian tersebut. Hal ini membuktikan jika dioda dapat bersifat induktor, yaitu dapat menjadi penghantar listrik yang baik. Rangkaian filter dapat dibentuk dari kapasitor (C), induktor (L) atau keduanya. Setelah mencapai harga maksimum, dioda berhenti menghantar (mati), hal ini terjadi karena kapasitor mempunyai tegangan sebesar V_M , yang artinya sama dengan tegangan sumber dan pada dioda artinya tidak ada beda potensial. Akibatnya dioda seperti saklar terbuka, atau dioda dibias mundur (reverse).

Dengan tidak adanya arus pada dioda, maka kapasitor mulai mengosongkan diri melalui resistansi beban R_L , sampai tegangan sumber mencapai harga yang lebih besar dari tegangan kapasitor. Pada saat tegangan sumber lebih besar dari tegangan kapasitor, dioda kembali menghantar dan mengisi kapasitor. Untuk arus beban yang rendah tegangan keluaran akan hampir tetap sama dengan V_M . Tetapi bila arus beban tinggi, maka pengosongan akan lebih cepat yang mengakibatkan riak yang lebih besar dan tegangan keluaran DC yang lebih kecil. Tujuan dipasangnya filter pada konverter DC ke DC ini agar faktor riak

yang dihasilkan dari gelombang keluaran semakin kecil. Dengan kata lain faktor riak menunjukkan efektif tidaknya sebuah filter, didefinisikan sebagai perbandingan tegangan riak efektif (rms) terhadap tegangan DC. Semakin kecil faktor riak, maka semakin baik filter. Faktor riak itu sendiri dapat diperkecil dengan cara menambah nilai dari kapasitor.

Tegangan drop pada diode bridge = 1,2 Volt, dan tegangan input 12 Volt, Dengan demikian maka dapat diperoleh faktor riak yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Faktor riak} &= \frac{V_r}{V_{dc}} \times 100\% \\ &= \frac{1,2}{12} \times 100\% \\ &= 0,1 \times 100\% \\ &= 10 \%\end{aligned}$$

Dengan demikian, maka dapat diketahui bahwa pada hasil pengukuran tegangan output setelah menggunakan filter tersebut menghasilkan gelombang riak yang sangat kecil, dan dapat dibilang menghasilkan faktor riak yang hampir sempurna. karena setiap pengukuran menggunakan resistor yang nilai tahananannya berbeda-beda dan dengan teganganyang berbeda-beda pula. Apabila menggunakan tahanan minimum, kemudian mengatur potensio pada kondisi tegangan maksimal, maka akan diperoleh daya yang minimum, hal ini disebabkan oleh nilai toleransi dari tahanan yang memiliki batas kemampuan hantar arus dan tegangan yang terbatas, sehingga apabila dipaksakan tahanan tersebut akan menjadi panas dan terbakar. dengan demikian, maka dapat di analisa bahwa semakin besar tahanan yang digunakan, maka semakin besar hambatan yang ada pada pengukuran.

5. Kesimpulan

Dari perancangan dan pengujian catu daya konverter DC ke DC, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan. Diantaranya yaitu:

1. Perancangan dibuat menjadi 2 bagian catu daya yang sama, yang mana diantara satu rangkaian catu daya tersebut memiliki tegangan yang besarnya 63 Volt, dan untuk menjadikan tegangan keluaran yang besar maka dibuat menjadi dua bagian agar keluaran yang dihasilkan menjadi 126 Volt teregulasi.
2. Pada dasarnya rangkaian konverter DC ke DC tersebut mengubah tegangan DC 12 Volt menjadi tegangan AC 126 Volt dengan bentuk gelombang persegi kemudian menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC 126 Volt menggunakan 4 dioda bridge dan kapasitor.
3. Frekuensi maksimum yang diperoleh dari hasil pengukuran konverter DC ke DC yaitu sebesar 42,01 kHz.
4. Gelombang keluaran dan riak menjadi sangat halus setelah menggunakan filter, dengan faktor riak sebesar 10%.
5. Tegangan minimum yang dihasilkan dari output konverter DC ke DC sebesar 14 Volt, dan tegangan maksimum sebesar 126 Volt.

6. Tegangan maksimal yang diperoleh sebesar 126 Volt, daya maksimal 25,704 watt, Arus maksimal sebesar 0,204 Ampere dan efisiensi 6,12%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia yang telah diberikan selama ini. Kedua orang tua yang tiada hentinya memberikan do'a, dan semangat dalam menjalankan skripsi ini. Tidak lupa juga penulis ucapkan kepada Bapak Ayong Hiendro.ST,MT dan Bapak Syaifurahman ST,MT. sebagai pembimbing serta Bapak Ir.Kho Hee Kwe,MT dan Bapak Ir.Hendry Sularto,MT sebagai penguji. Serta teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu baik dalam bentuk tenaga maupun motivasi.

Referensi

- [1].Barmawi,Malvino.Prinsip-Prinsip Elektronika.Edisi ketiga.Jilid 1.Jakarta : Penerbit Erlangga; 1985. Hal 128-130.
- [2]. Blocher, Richard. Dasar Elektronika. Yogyakarta : Penerbit Andi; 2003
- [3]. Bishop, Owen, 2002, Dasar-Dasar Elektronika, Erlangga, Jakarta
- [4]. C Galup-Montoro & Schneider MC (2007). MOSFET modeling for circuit analysis and design. London/Singapore: World Scientific. hlm. 83. ISBN 981-256-810-7.
- [5]. Datasheet Transistor, IC LM7805, MOSFET, IC 4069UB, 2009. URL : <http://www.datasheet4u.com>
- [6]. David L. Heiserman. Handbook of Digital IC Applications. New Jersey : Prentice Hall , Inc., 1980
- [7]. Hausmair, Katharina, Shuli Chi, Peter Singerl, Christian Vogel (Februari 2013). "Digital Pulse-Width Modulation Aliasing-Gratis untuk Burst-Mode RF

Pemancar". IEEE Transaksi di Sirkuit dan Sistem I: Papers Reguler 60 (2):. 415-427 doi :10.1109/TCSI.2012.2215776 .

Biodata Penulis

Muclas Ade Putra

(D01107039),Dilahirkan di Nanga Kantuk, 12 September 1989 . Menempuh pendidikan di SD N 18 Silat Hilir, SLTP N 2 Silat Hilir, SMK N 1 Sintang dan sekarang menyelesaikan S1 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Angkatan 2007, konsentrasi Teknik Tegangan Tinggi(Konversi).



Menyetujui dan mengesahkan:
Pontianak, Mei 2014

PEMBIMBING UTAMA

Ayong Hiendro, ST, MT
NIP 196911011997021001